

4.Дебелый П.П., Новоженев С.В. Безреагентное дефторирование подземных вод с помощью фильтрующей среды КДМ // Сантехника. – 2003. – №3. – С.16-18.

5.Борисов Б.М. Технология осветления и дезодорации природных вод. – Симферополь: Вперед, 2002. – 132 с.

*Отримано 27.04.2005*

УДК 556.52 : 504.4.06

А.В.ГРИЦЕНКО, д-р географ. наук, О.В.РИБАЛОВА, канд. техн. наук,  
Л.Ю.ІЛЬЧЕНКО

*Український науково-дослідний інститут екологічних проблем, м.Харків*

### **ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОГО РИЗИКУ ЗДОРОВ'Ю НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ ПРИ НЕСПРИЯТЛИВОМУ ВПЛИВІ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

З метою комплексної оцінки якісного стану навколишнього середовища запропоновано визначення показника потенційного ризику здоров'ю населення. Показано, що оцінка потенційного ризику здоров'ю населення є найбільш перспективним методом діагностики екологічного стану довкілля. Представлено результати оцінки потенційного ризику здоров'ю населення залежно від якісного стану атмосферного повітря та поверхневих вод окремо для всіх областей України за даними Держгідромету в 2003 р. Рангування областей України за величиною потенційного ризику здоров'ю населення залежно від якісного стану атмосферного повітря та поверхневих вод дають змогу вирішити питання щодо пріоритетності впровадження природоохоронних заходів.

На сучасному етапі соціально-економічний розвиток суспільства знаходиться в безпосередньому взаємозв'язку з якістю навколишнього природного середовища, тому екологічна політика нашої держави спрямована на формування збалансованої системи раціонального природокористування з адекватною структурною перебудовою промислового потенціалу з метою мінімізації антропогенного навантаження і забезпечення соціальної захищеності людини.

Недостатній облік екологічного фактора, виділення засобів на природоохоронну діяльність за залишковим принципом, відомчий підхід та інші недоліки і прорахунки у попередні роки обумовили небезпечне загострення екологічних проблем. Несприятлива екологічна ситуація стала причиною багатьох хронічних захворювань, а також природжених пороків розвитку. Падіння народжуваності і збільшення смертності за останні роки призвело до різкого погіршення демографічної ситуації України.

Забезпечення стабільного суспільного розвитку викликає необхідність розробки інструментарію для виміру екологічної безпеки з метою визначення припустимого антропогенного навантаження, що не повинно порушувати рівноваги природного середовища із забезпеченням відтворення основних її компонентів, а також не повинна викли-

кати збільшення захворюваності населення. Збереження здоров'я населення є одним з основних критеріїв при рішенні екологічних проблем, тому що від стану здоров'я людей залежить добробут країни в цілому.

Аналіз сучасних методів комплексної оцінки стану довкілля показав, що найбільш перспективним є оцінка потенційного ризику здоров'ю населення, заснована на логарифмічній залежності від рівнів впливу забруднюючих речовин і дозволяє адекватно інтегрувати їх, тому що представляє імовірну характеристику появи рефлекторних реакцій організму й інших шкідливих ефектів.

У багатьох країнах, у тому числі в США і Росії [1-4] законодавчо закріплене використання підходів оцінки впливу середовища на здоров'я населення (оцінки ризику здоров'ю населення) для цілей соціально-гігієнічного моніторингу, екологічної і гігієнічної експертизи, екологічного аудиту, визначення зон екологічного лиха і надзвичайної екологічної ситуації, державного екологічного контролю, обґрунтування планів дій з охорони навколишнього середовища і здоров'я населення.

Під оцінкою ризику розуміється процес аналізу даних моніторингу про стан довкілля для визначення кількісної імовірності несприятливого впливу на здоров'я населення шкідливих факторів навколишнього середовища.

Міжнародна практика (відповідно до підходу агентства з охорони навколишнього середовища EPA USA) застосування методики оцінки ризику здоров'ю населення досить трудоемка і дорога. Тому при визначенні зон екологічної безпеки може бути використано метод оцінки потенційного ризику, позитивною якістю якого є те, що його основою є вітчизняний гігієнічний підхід: дотримання нормативу (ГДК) гарантує відсутність несприятливих для здоров'я ефектів, а його перевищення може викликати імовірність (ризик) збільшення захворюваності населення. Цей метод дозволяє рангувати рівні забруднення за кількома ступенями – від припустимої (чи прийнятної) до надзвичайно небезпечної. Як ефект оцінюється не ризик появи додаткових випадків захворювань, а імовірність рефлекторних реакцій (відчуття роздратування, неприємного запаху тощо) чи ефектів психологічного дискомфорту, що також розцінюється як факт порушення здоров'я.

Оцінка потенційного ризику здоров'ю населення обчислюється окремо залежно від якості атмосферного повітря, питної води, водних об'єктів, ґрунту, продуктів харчування та рівня шуму.

Ця оцінка дозволяє інтегрувати ризики за окремими забруднюючими речовинами, об'єктами навколишнього середовища, адміністративними та ландшафтними одиницями з метою встановлення комбінованої або комплексної дії негативних чинників. Під комбінованою ді-

єю розуміється вплив декількох домішок, що надходять через один з компонентів навколишнього середовища (повітря, вода і т.д.). Комплексна дія – це вплив однієї чи декількох домішок, оцінюване через кілька факторів навколишнього середовища (повітря чи вода та ін.).

При трактуванні отриманих величин потенційного ризику здоров'ю населення користуються ранговою шкалою, наведеною в табл.1.

Таблиця 1 – Залежність ваги ефектів від величини ризику здоров'ю населення

<b>Risk</b>	<b>Клас</b>	<b>Характеристика ризику</b>
<0,1	1	Незначний вплив на здоров'я населення
0,1 – 0,19	2	Слабкий вплив, граничні хронічні ефекти
0,2 – 0,59	3	Значний вплив, важкі хронічні ефекти
0,6 – 0,89	4	Великий вплив, важкі гострі ефекти
0,9 – 1,0	5	Дуже великий вплив, смертельні ефекти

Оцінка потенційного ризику здоров'ю населення дозволяє також рангувати ризики за окремими забруднюючими речовинами з метою встановлення причини забруднення на основі ідентифікації найбільш небезпечних джерел антропогенного впливу на стан довкілля.

Другим етапом оцінки ризику здоров'ю населення є керування ризиком на основі економічної оцінки ризику, який дозволяє визначати еколого-економічну ефективність природоохоронних заходів з метою мінімізації впливу антропогенних чинників на стан навколишнього середовища та забезпечення комфортності життя населення.

Таким чином, методи оцінки ризику дуже перспективні, тому що дозволяють на основі адекватної оцінки впливу несприятливих факторів навколишнього середовища на здоров'я населення ідентифікувати зони підвищеної екологічної небезпеки і виробляти необхідні управлінські рішення з пріоритетності реалізації природоохоронних заходів.

На основі визначення показника потенційного ризику здоров'ю населення за даними Держгідромету в 2003 р. зроблено комплексну оцінку якісного стану атмосферного повітря та поверхневих вод окремо для всіх областей України.

Для оцінки якості атмосферного повітря в областях України було розраховано потенційний ризик здоров'ю населення при хронічному впливі забруднення атмосфери на основі аналізу даних спостережень Держгідромету за середньорічними показниками.

Потенційний ризик здоров'ю населення при хронічному впливі забруднення атмосфери визначається за формулою [1]:

$$\text{Risk} = 1 - \exp(\ln(0,84) \times (C / \text{ГДК})^b / K_3), \quad (1)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт запасу, що визначається за табл.2;  $b$  – коефіцієнт, що дозволяє оцінювати ізоефекти домішок різних класів небезпеки

згідно з табл.2 [1]:

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів  $K_z$  і  $b$  для речовин різних класів небезпеки

Клас небезпеки забруднюючих речовин	Коефіцієнт запасу $K_z$	Коефіцієнт $b$
1	7,5	2,35
2	6,0	1,28
3	4,5	1,0
4	3,0	0,87

Для оцінки комбінованої дії декількох домішок, що мають ефект сумарії, розраховують приведену концентрацію ( $C_{пр}$ ) за формулою [1]:

$$C_{пр} = C_1 + C_2 \times ГДК_1 / ГДК_2 + \dots + C_n \times ГДК_1 / ГДК_n, \quad (2)$$

де  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – концентрації 1-й, 2-й ... n-ї домішок;  $ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$  – відповідно їхні нормативи.

Області України було проранговано за величиною потенційного ризику здоров'ю населення залежно від якості атмосферного повітря в 2003 р. (рис.1). Найгірший стан атмосферного повітря в 2003 р. спостерігався в Одеській, Донецькій, Черкаській, Дніпропетровській, Вінницькій, Миколаївській, Закарпатській, Київській, Львівській областях та Автономній Республіці Крим. Стан атмосферного повітря в цих областях відповідає 3-му класу (табл.1) та характеризується значним впливом на здоров'я населення з граничними хронічними ефектами.

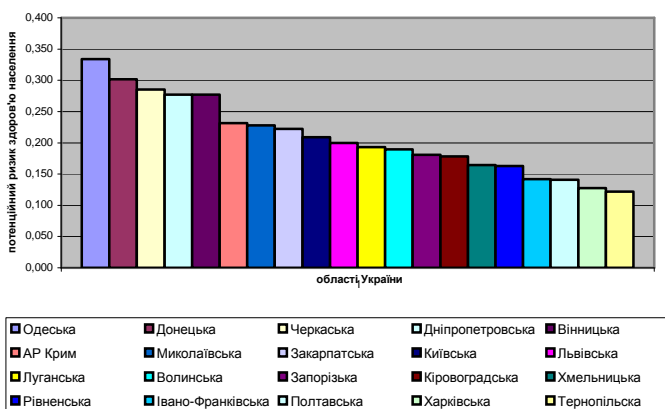


Рис.1 – Рангування областей України за величиною потенційного ризику здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря в 2003 р.

Для оцінки якісного стану поверхневих вод обчислюється потенційний ризик здоров'ю населення при рекреаційному використанні, бо негативний вплив на стан здоров'я людини оказується при купанні в водних об'єктах шляхом ковтання або пошкодження шкіри. При оцінці ризику здоров'ю населення, пов'язаного з якістю води рекреаційних об'єктів окремо обчислюються ризики, пов'язані з органолептичними властивостями води, з епідеміологічною небезпекою води, з санітарно-токсикологічними властивостями води.

Ризик, пов'язаний з органолептичними властивостями води, передбачає оцінку ризику за показником забарвленості, за водневим показником, за запахом і присмаком та іншими показниками, які нормуються відповідно до їхнього впливу на органолептичні властивості води.

Ризик за показником забарвленості визначається за рівнянням [1]

$$P_{\text{Гоб}} = -3,33 + 0,067(\text{Ц} - \text{Фон} + 20), \quad (3)$$

де Фон – природна забарвленість води, отримана за даними багаторічних спостережень і характерна для даного сезону; Ц – забарвленість води (у градусах забарвленості).

$P_{\text{Гоб}}$  пов'язаний з імовірністю (ризиком) відповідно до закону нормального імовірнісного розподілу.

Для визначення ризику за водневим показником використовуються рівняння [1]:

$$P_{\text{Гоб}} = 4 - \text{pH} \text{ при } \text{pH} \leq 7, \quad (4)$$

$$P_{\text{Гоб}} = -11 + \text{pH} \text{ при } \text{pH} > 7. \quad (5)$$

При оцінці ризику за показником природного запаху і присмаку використовується формула [1]:

$$P_{\text{Гоб}} = -1 + 3,32 \lg(\text{Бали}/2,5). \quad (6)$$

Ризик за іншими показниками, нормованими відповідно до їхнього впливу на органолептичні властивості води, визначається на основі рівняння [1]:

$$P_{\text{Гоб}} = -2 + 3,32 \lg \text{С/ГДК}, \quad (7)$$

де С – концентрація речовини у водному об'єкті; ГДК – норматив для води водних об'єктів рекреаційного водокористування.

$P_{\text{Гоб}}$  пов'язаний з імовірністю (ризиком) відповідно до закону нормального ймовірнісного розподілу.

Оцінка потенційного ризику епідеміологічної небезпеки поверхневих вод не обчислювалась за відсутністю даних спостереження.

Для оцінки потенційного ризику токсикологічної небезпеки поверхневих вод необхідно використовувати рівняння

$$\text{Risk} = 1 - \exp(\ln(0,84)/(\text{ГДК} \times K_3 \cdot 4)C), \quad (8)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт запасу, що приймається рівним 100 для речовин з вираженою імовірністю віддалених наслідків і 10 для інших речовин.

На основі даних спостережень за якістю водних об'єктів України у 2003 р. за період літньої межні було обчислено потенційний ризик здоров'ю населення при рекреаційному використанні. Області України було проранговано за величиною потенційного ризику здоров'ю населення при рекреаційному водокористуванні (рис.2).

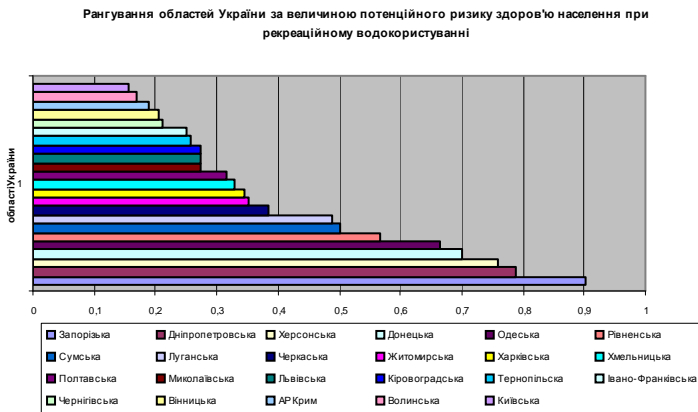


Рис.2 – Діаграма розподілу областей України за значенням потенційного ризику здоров'ю населення при рекреаційному водокористуванні.

Найгірший стан водних об'єктів спостерігався в 2003 р. в Запорізькій області (5 клас якості, що відповідає дуже великому впливу на здоров'я населення) обумовлено значними перевищеннями концентрацій ГДК в річках Обиточна і Берда. Так, ГДК в цих водотоках було перевищено по магнію в 8,45 та 6,4 відповідно, по сульфатам, натрію, кальцію та мінералізації майже в 2-3,5 рази.

Стан поверхневих вод згідно оцінки потенційного ризику здоров'ю населення при рекреаційному водокористуванні відповідає 4 класу з великим впливом на здоров'я населення в Дніпропетровській, Херсонській, Донецькій, Одеській та Рівненській областях.

Перевищення ГДК вищезгаданими забруднюючими речовинами має значний вплив на зростання захворюваності населення. При використанні забруднених поверхневих вод для рекреації найбільш поширеними захворюваннями є гострі кишкові захворювання, сальмонельозні інфекції, дизентерія, вірусний гепатит і лептоспіроз.

Оцінка стану водних екосистем і комплексне екологічне норму-

вання впливу на них дозволяє визначити величини критичних навантажень на водні об'єкти та регламентувати господарську діяльність в їх басейнах.

Потенційний ризик здоров'ю населення при комбінованому і комплексному впливі забруднення навколишнього середовища оцінюється за правилом множення ймовірностей, де як множник виступають не величини ризику здоров'ю, а значення, що характеризують імовірність його відсутності [1]:

$$\text{Risk}_{\text{сум}} = 1 - (1 - \text{Risk}_1)(1 - \text{Risk}_2)(1 - \text{Risk}_3) \dots (1 - \text{Risk}_n), \quad (9)$$

де  $\text{Risk}_{\text{сум}}$  – потенційний ризик комбінованого чи комплексного впливу забруднюючих речовин;  $\text{Risk}_1, \dots, \text{Risk}_n$  – потенційний ризик впливу кожної окремої забруднюючої речовини.

На основі розрахунків потенційних ризиків здоров'ю населення залежно від якості водних об'єктів та атмосферного повітря дано оцінку сумарного ризику по областях України в 2003 р. (табл.3), а також проранговано області України за величиною сумарного потенційного ризику здоров'ю населення (табл.4, рис.3, 4).

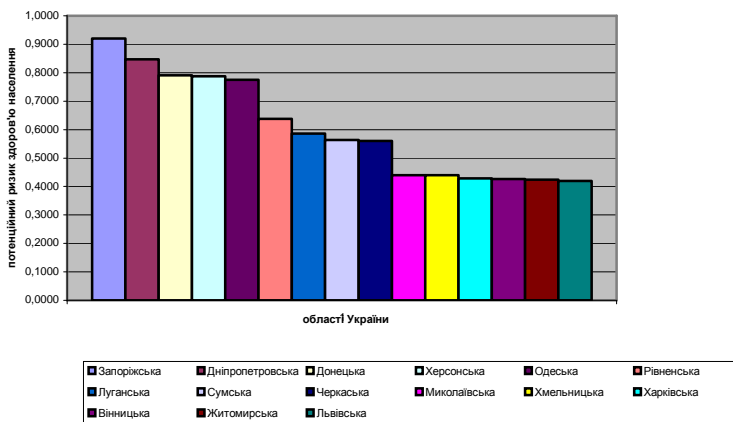


Рис.3 – Рангування областей України за величиною потенційного ризику здоров'ю населення при існуючому якісному стані водних об'єктів та атмосферного повітря в 2003 р.

### Висновки

1. Оздоровлення й охорона навколишнього середовища є однією з найбільш гострих соціально-економічних проблем сучасності та обов'язковою умовою стійкого суспільного розвитку суспільства. Оцінка









екологічного стану є основою екологічно безпечного природокористування та нормування антропогенного навантаження на довкілля.

2. Найбільш перспективним методом комплексної екологічної оцінки території, який дозволяє робити порівняльний аналіз її окремих частин є оцінка ризику, що характеризує імовірність розвитку у населення несприятливих для здоров'я ефектів у результаті реального чи потенційного забруднення навколишнього середовища. Апробовано метод визначення потенційного ризику здоров'ю населення з метою комплексної оцінки якісного стану атмосферного повітря та поверхневих вод окремо для всіх областей України.

3. На основі даних спостережень за якісним станом атмосферного повітря в 2003 р. обчислено потенційний ризик здоров'ю населення та проранговано області України за величиною цього показника. Встановлено, що найгірший стан атмосферного повітря в 2003 р. спостерігався в Одеській, Донецькій, Черкаській, Дніпропетровській, Вінницькій, Миколаївській, Закарпатській, Київській, Львівській областях та Автономній Республіці Крим.

4. Обчислено потенційний ризик здоров'ю населення при рекреаційному використанні на основі даних спостережень за якістю водних об'єктів України у 2003 р. за період літньої межени. Области України було проранговано за величиною цього показника. Найгірший стан водних об'єктів спостерігався в 2003 р. в Запорізькій області (5 клас якості, що відповідає дуже великому впливу на здоров'я населення).

5. Результати рангування областей України за величиною потенційного ризику здоров'ю населення при існуючому якісному стані водних об'єктів та атмосферного повітря в 2003 р. показали небезпечний стан в Запорізькій (5 клас – дуже великий вплив), Дніпропетровській, Донецькій, Херсонській, Одеській та Рівненській (4 клас – великий вплив) областях. Саме ці області України потребують першочергового впровадження природоохоронних заходів з метою забезпечення стійкості екосистем до антропогенного навантаження та комфортності проживання населення.

1. Киселев А.Ф., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. – СПб., 1997. – 100 с.

2. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1997. The Benefits and Costs of the Clean Air Act 1970 to 1990. Office of Air and Radiation. EPA 410-R-97-002. October.

3. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System (IRIS).

4. California Environmental Protection Agency (EPA). Toxicity Criteria Database. <http://www.oehha.org/risk/chemicalDB/index.asp>

5. Danish Environmental Protection Agency. Dancee, Danish Cooperation for Environment in Eastern Europe.

*Отримано 27.04.2005*